

MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):

(19)【発行国】 日本国特許庁 (J P)	(19)[ISSUING COUNTRY] Japan Patent Office (JP)
(12)【公報種別】 公開特許公報 (A)	(12)[GAZETTE CATEGORY] Laid-open Kokai Patent (A)
(11)【公開番号】 特開平 10-134102	(11)[KOKAI NUMBER] Unexamined Japanese Patent Heisei 10-134102
(43)【公開日】 平成 1 0 年 (1 9 9 8) . 5 月 2 2 日	(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION] May 22, Heisei 10 (1998. 5.22)
(54)【発明の名称】 所望のポアソン比を有する複合 材料の製造方法	(54)[TITLE OF THE INVENTION] The manufacturing method of a composite material which has a desired Poisson's ratio
(51)【国際特許分類第 6 版】 G06F 17/50 B32B 5/08	(51)[IPC INT. CL. 6] G06F 17/50 B32B 5/08
【 F I 】 G06F 15/60 612 H B32B 5/08 G06F 15/60 638	【 FI 】 G06F 15/60 612 H B32B 5/08 G06F 15/60 638
【審査請求】 未請求	【REQUEST FOR EXAMINATION】 No
【請求項の数】 1	【NUMBER OF CLAIMS】 1
【出願形態】 F D	【FORM OF APPLICATION】 Electronic

【全頁数】 6	[NUMBER OF PAGES] 6
(21) 【出願番号】 特願平 8-305572	(21)[APPLICATION NUMBER] Japanese Patent Application Heisei 8-305572
(22) 【出願日】 平成 8 年 (1 9 9 6) 1 0 月 3 0 日	(22)[DATE OF FILING] October 30, Heisei 8 (1996. 10.30)
(71) 【出願人】	(71)[PATENTÉE/ASSIGNEE]
【識別番号】 000003609	[ID CODE] 000003609
【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所	[NAME OR APPELLATION] Incorporated company Toyota Central Research
【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫 字横道 4 1 番地の 1	[ADDRESS OR DOMICILE]
(72) 【発明者】	(72)[INVENTOR]
【氏名】 松岡 孝明	[NAME OR APPELLATION] Matsuoka Takaaki
【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫 字横道 4 1 番地の 1 株式会社 豊田中央研究所内	[ADDRESS OR DOMICILE]
(72) 【発明者】	(72)[INVENTOR]
【氏名】 山本 智	[NAME OR APPELLATION] Yamamoto Chi

【住所又は居所】

愛知県愛知郡長久手町大字長湫
字横道 4 1 番地の 1 株式会社
豊田中央研究所内

[ADDRESS OR DOMICILE]**(74) 【代理人】****【弁理士】****【氏名又は名称】**

藤谷 修

(74)[AGENT]**[PATENT ATTORNEY]****[NAME OR APPELLATION]**

Fujitani Osamu

(57) 【要約】**(57)[ABSTRACT OF THE DISCLOSURE]****【課題】**

所望のポアソン比、特に負のポアソン比を有する複合材料の製造方法を提供すること

[SUBJECT OF THE INVENTION]

It provides the manufacturing method of a composite material which has a desired Poisson's ratio (especially, negative Poisson's ratio).

【解決手段】

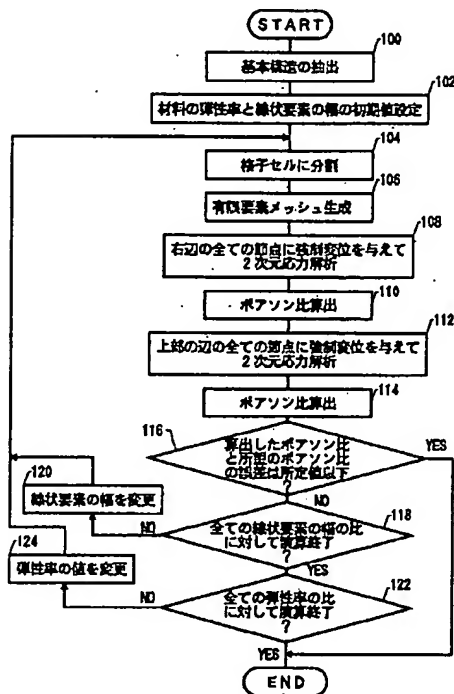
第 1 の材料と第 2 の材料とから成る複合材料を所望のポアソン比の材料にする製造方法において、第 1 の材料は線状要素を形成し、第 2 の材料は線状要素の媒質を形成し、線状要素は第 1 の幅を有し互いに交差する方向に配置される第 1 の線状要素と、第 2 の幅を有し第 1 の線状要素とは異なる方向にて互いに交差する方向に配置される第 2 の線状要素から成り、第 1 の幅と第 2 の幅の比又は／及び第 1

[PROBLEM TO BE SOLVED]

In the manufacturing method which makes the composite material which constitutes of 1st material and 2nd material the material of a desired Poisson's ratio, 1st material forms a linear component, 2nd material forms the medium of a linear component, a linear component constitutes of 1st linear component arranged in the direction which has 1st width and crosses mutually, and 2nd linear component arranged in the direction which crosses mutually towards having 2nd width and differing from 1st linear component, it invented the manufacturing method of a composite

の材料と第2の材料の弾性率の比を変化させることにより所望のポアソン比を得る複合材料の製造方法を発明した。

material which obtains a desired Poisson's ratio by changing the ratio of 1st width and 2nd width, or/and the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material and 2nd material.



START

- 100 Extraction of basic structure
- 102 Initialization of coefficient of elasticity of material, and width of linear component
- 104 Partition into lattice cell.
- 106 Finite-element mesh production
- 108 Give forced displacement to all nodes of right side, and carry out 2-dimensional stress analysis.
- 110 Poisson's-ratio calculation
- 112 Give forced displacement to all nodes of upside arm, and carry out 2-dimensional stress analysis.
- 114 Poisson's-ratio calculation
- 116 Error of computed Poisson's ratio and desired Poisson's ratio is below prescribed value.
- 118 It is calculation completion to ratio of width of all linear components?
- 120 Alter width of linear component.

122 It is calculation completion to ratio of all coefficient of elasticity?

124 Alter value of coefficient of elasticity.

END

【特許請求の範囲】

[CLAIMS]

【請求項 1】

[CLAIM 1]

第 1 の材料と第 2 の材料の 2 種類の材料より成る複合材料を所望のポアソン比の材料にする製造方法において、
前記第 1 の材料は線状要素を形成し、
前記第 2 の材料は前記線状要素の媒質を形成し、
前記線状要素は第 1 の幅を有し互いに交差する方向に配置される第 1 の線状要素と第 2 の幅を有し前記第 1 の線状要素とは異なる方向にて互いに交差する方向に配置される第 2 の線状要素から成り、

A manufacturing method of a composite material which has the desired Poisson's ratio, in which in the manufacturing method which makes the composite material which constitutes of two kinds of material of 1st material and 2nd material the material of a desired Poisson's ratio, said 1st material forms a linear component, said 2nd material forms the medium of said linear component, said linear component constitutes of 1st linear component arranged in the direction which has 1st width and crosses mutually, and 2nd linear component arranged in the direction which crosses mutually towards having 2nd width and differing from said 1st linear component,

前記第 1 の幅と前記第 2 の幅の比又は／及び前記第 1 の材料の弾性率と前記第 2 の弾性率の比を変化させることにより所望のポアソン比を得ることを特徴とする所望のポアソン比を有する複合材料の製造方法。

It obtains a desired Poisson's ratio by changing the ratio of said 1st width and said 2nd width, or/and the ratio of the coefficient of elasticity of said 1st material, and said 2nd coefficient of elasticity.

【発明の詳細な説明】

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

【 0 0 0 1 】

[0001]

【産業上の利用分野】

本発明は、所望のポアソン比が得られる２種類の材料より成る複合材料の製造方法に関し、特に所望のポアソン比として負のポアソン比を得ることができる２種類の材料より成る複合材料の製造方法に関する。

[INDUSTRIAL APPLICATION]

This invention relates to the manufacturing method of the composite material which constitutes of the material which is two kinds from which a desired Poisson's ratio is obtained.

Specifically, it is related with the manufacturing method of the composite material which constitutes of two kinds of material which can obtain a negative Poisson's ratio as a desired Poisson's ratio.

【０００２】**【従来の技術】**

公知の材料は全て正のポアソン比を有し、その値は材料に固有である。材料をある部材に利用する場合、その部材に適したポアソン比の材料が必要となることがある。そして特定の用途、例えば一部のシール材やクッション材においては、部材に適したポアソン比が負のポアソン比となる場合がある。

[0002]**[PRIOR ART]**

All the material of public knowledge has a positive Poisson's ratio, the value is inherent in material.

When utilizing material for a certain member, the material of the Poisson's ratio appropriate to the member may be needed.

And in a specific application, for example, some of sealants and cushioning materials, the Poisson's ratio appropriate to a member may turn into a negative Poisson's ratio.

【０００３】

公知材料に所望のポアソン比の材料が無い場合にポアソン比の異なる物質を複合して新しい材料を設計する技術がある。しかし、複合材料のポアソン比はミクロな構造にも依存するために単純な混合則では予測できないため、所望のポアソン比を有す

[0003]

When there is no material of a desired Poisson's ratio in the public knowledge material, there is a technique of compounding the matter with which Poisson's ratios differ and designing a new material.

However, in a rule of mixture simple in order to depend for the Poisson's ratio of a composite material also on the micro structure, since it

る材料を得ることは困難である。まして、所望の負のポアソン比を有する材料を得ることはさらに困難である。

【0004】

公知技術として、負のポアソン比を有する材料の設計方法として特表平4-506638号公報、特表平2-500894号公報が知られている。しかし、いずれの方法も負のポアソン比の材料を設計することは可能であるが、材料の製造過程においてその構造を制御することは容易ではないため所望の負のポアソン比を有する材料を設計することは困難である。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

つまり、従来の材料の設計方法においては所望のポアソン比を有する材料を設計することは困難であった。さらに、所望の負のポアソン比を有する材料を設計する方法は従来なかった。そこで、本発明は所望のポアソン比、特に負のポアソン比を有する複合材料の製造方法を提供することを課題とする。

cannot estimate, it is difficult to obtain the material which has a desired Poisson's ratio.

Furthermore

It is still more difficult to obtain the material which has a desired negative Poisson's ratio.

[0004]

Patent Publication 4-506638,2-500894 are known as the design method of material of having a negative Poisson's ratio as a well-known technique.

However, although an any method can also design the material of a negative Poisson's ratio, it is not easy to control the structure in the manufacture process of material.

Therefore, it is difficult to design the material which has a desired negative Poisson's ratio.

[0005]**[PROBLEM TO BE SOLVED BY THE INVENTION]**

That is, it was difficult to design the material which has a desired Poisson's ratio in the design method of the material of the past.

Furthermore, formerly there was no method of designing the material which has a desired negative Poisson's ratio.

Then, it makes into a problem for this invention to provide the manufacturing method of a composite material which has a desired Poisson's ratio, especially a negative Poisson's ratio.



【0006】

[0006]

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する方法として、第1の材料1と第2の材料2の2種類の材料より成る複合材料を所望のポアソン比の材料に製造する方法において、第1の材料1は線状要素を形成し、第2の材料2は線状要素の媒質を形成し、線状要素は第1の幅を有し互いに交差する方向に配置される第1の線状要素101と、第2の幅を有し第1の線状要素とは異なる方向にて互いに交差する方向に配置される第2の線状要素102から成り、第1の幅と第2の幅の比又は／及び第1の材料1の弾性率と第2の材料2の弾性率の比を変化させることにより所望のポアソン比を得る複合材料の製造方法を発明した。

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEM]

In the method of manufacturing the composite material which constitutes of two kinds of material of 1st material 1 and 2nd material 2 into the material of a desired Poisson's ratio as a method of solving the above-mentioned problem, 1st material 1 forms a linear component, 2nd material 2 forms the medium of a linear component, a linear component constitutes of 1st linear component 101 arranged in the direction which has 1st width and crosses mutually, and 2nd linear component 102 arranged in the direction which crosses mutually towards having 2nd width and differing from 1st linear component.

It invented the manufacturing method of a composite material which obtains a desired Poisson's ratio by changing the ratio of 1st width and 2nd width, or/and the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material 1, and the coefficient of elasticity of 2nd material 2.

【0007】

[0007]

【発明の作用及び効果】

本発明において、第1の材料1と第2の材料2の2種類の材料より成る複合材料において、第1の材料1は線状要素を形成し、第2の材料2は線状要素の媒質を形成し、線状要素は第1の幅を有し互いに交差する方向に配置される第1の線状要素101と、第2の幅を有し第1の

[OPERATION AND ADVANTAGE OF THE INVENTION]

In this invention, in the composite material which constitutes of two kinds of material of 1st material 1 and 2nd material 2, 1st material 1 forms a linear component, 2nd material 2 forms the medium of a linear component, a linear component constitutes of 1st linear component 101 arranged in the direction which has 1st width and crosses mutually, and 2nd linear

線状要素とは異なる方向にて互いに交差する方向に配置される第2の線状要素102から成り、第1の幅と第2の幅の比又は/及び第1の材料1の弾性率と第2の材料2の弾性率の比を変化させることにより所望のポアソン比を得ることができる。第1の幅と第2の幅の比又は/及び第1の材料1の弾性率と第2の材料2の弾性率の比を変化させることにより構造パターンのリンク動作の剛性が変化する。このリンク動作の剛性の変化によりポアソン比を連続的に制御することができ、所望のポアソン比の材料を得ることができ、特に所望のポアソン比として負のポアソン比も容易に得ることができる。

component 102 arranged in the direction which crosses mutually towards having 2nd width and differing from 1st linear component, it can obtain a desired Poisson's ratio by changing the ratio of 1st width and 2nd width, or/and the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material 1, and the coefficient of elasticity of 2nd material 2.

The rigidity of the link motion of a structure pattern varies by changing the ratio of 1st width and 2nd width, or/and the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material 1, and the coefficient of elasticity of 2nd material 2.

It can control a Poisson's ratio by rigid change of this link motion continuously, can obtain the material of a desired Poisson's ratio, and, particularly can also obtain a negative Poisson's ratio easily as a desired Poisson's ratio.

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は、本願発明により製作される複合材料の構造を示したものである。この複合材料は、周期性をもった2次元構造であり、黒色で示された第1の材料1により線状要素が形成されており、白色で示された第2の材料2により線状要素の媒質が形成されている。また、その線状要素は W_A の幅を有する第1の線状要素1

[0008]

[EMBODIMENT OF THE INVENTION]

Hereafter, based on a detailed Example, it demonstrates this invention.

FIG. 1 showed the structure of the composite material manufactured by this invention.

This composite material is the 2-dimensional structure with periodicity.

It is black and the linear component is formed of 1st shown material 1, it is white and the medium of a linear component is formed of 2nd shown material 2.

Moreover, the linear component is formed from 1st linear component 101 which has the width of

01と W_B の幅を有する第2の線状要素102より形成されており、第1の線状要素101同志は互いに直交する方向に配置され、第2の線状要素102同志も互いに直交する方向に配置されている。さらに、第1の線状要素101と第2の線状要素102は互いに 45° を成す方向に配置されている。そして、この W_A と W_B の比を変化させるか又は/及び第1の材料1と第2の材料2の弾性率を変化させることにより、所望のポアソン比を得ることができる。なお図1では、第1の線状要素101同志も第2の線状要素102同志も互いに直交する方向に配置されているが、直交する方向でなくともよく、互いに交差する方向に配置されていればよい。

【0009】

図2は、図1の複合材料より所望のポアソン比を得るための設計装置を示したものであり、コンピュータシステムにて構成されている。即ち、各種の演算を実行するCPU10、複合材料の形状データ及び物性データを記憶する形状データ記憶領域が形成されているRAM12、所望のポアソン比となる複合材料の線状要素の幅の比あるいは材料の弾性率の比を設計するプログラムの記憶されたROM1

W_A , and 2nd linear component 102 which has the width of W_B , 1st linear component 101 element is stationed at each-other orthogonal direction, 2nd linear component 102 element is also stationed at each-other orthogonal direction.

Furthermore, 1st linear component 101 and 2nd linear component 102 are arranged in the direction which accomplishes 45 degrees mutually.

And it can obtain a desired Poisson's ratio by changing the ratio of this W_A and W_B , or changing the coefficient of elasticity of 1st material 1 and 2nd material 2.

In addition, in FIG. 1, 1st linear component 101 element and 2nd linear component 102 element is also stationed mutually at the orthogonal direction.

However, it is not sufficient to be an orthogonal direction, what is sufficient is just to arrange in the direction which crosses mutually.

[0009]

FIG. 2 showed the design apparatus for obtaining a Poisson's ratio more desired than the composite material of FIG. 1.

It comprises computer systems.

That is, CPU10 which performs various kinds of calculations, RAM12 in which the shape storage-of-data region which stores the shape data and physical-property data of a composite material is formed, ROM13 in which the program which designs the ratio of the width of the linear component of the composite material used as a desired Poisson's ratio or the ratio of the coefficient of elasticity of material was

3、各種データを入力するためのキーボード15と入力データや演算結果を表示するCRT14とプリンタ11とで構成されている。

stored, CRT14 and printer 11 which display keyboard 15 and input data for inputting various data, and a calculation result It comprises these.

【0010】

次に、図3のフローチャートに基づいて、図1の構造の複合材料のポアソン比を所望の値に設計する方法を説明する。まず、ステップ100にて周期性構造を構成する基本となる正方領域の構造を抽出する。抽出した基本構造を図4に示す。図1の周期性構造は図4の基本構造を上下左右に繰り返した構成であるので、基本構造の特性を求めることで全体の特性が求められる。次に、ステップ102にて図4の基本構造を構成する第1の材料1の弾性率、第2の材料2の弾性率、線状要素101の幅及び線状要素102の幅の初期値を設定する。次に、ステップ104にて図4の基本構造を正方格子セルにて分割する。図4にて示されている寸法は無次元量であり、分割する正方格子セルの一边を1とした値である。つまり、図4は単位面積の正方格子セルが160×160個の集まった構造と考えることができる。正方格子セルに分割した図4の基本構造の一部を図5に示す。図4を構成する単位

[0010]

Next, based on the flowchart of FIG. 3, it demonstrates the method to design the Poisson's ratio of the composite material of the structure of FIG. 1 to a desired value.

First, it extracts the structure of the square region used as the foundations which comprise the periodicity structure from step 100.

The extracted basic structure is shown in FIG. 4. The periodicity structure of FIG. 1 is the composition which repeated the basic structure of FIG. 4 vertically and horizontally, therefore, the whole characteristics are searched for by searching for the characteristics of basic structure.

Next, it sets up the initial value of the coefficient of elasticity of 1st material 1 which comprises the basic structure of FIG. 4 from step 102, the coefficient of elasticity of 2nd material 2, the width of the linear component 101, and the width of the linear component 102.

Next, a square-lattice cell partitions the basic structure of FIG. 4 at step 104.

The dimension shown in FIG. 4 is the amount of dimensionless.

It is the value which set one side of the square-lattice cell to partition to 1.

That is, the square-lattice cell of a unit area can consider FIG. 4 to be 160*160 structure for which it gathered.

面積の格子セルは第 1 の材料 1 あるいは第 2 の材料 2 のいずれか一方の材料で構成されたセルにする。もし、格子セルに分割したときに両方の材料で構成されるセルになったならば、その格子セルを占める面積の多い材料にて構成される格子セルにする。図 5 において第 1 の材料 1 の格子セルは黒で、第 2 の材料 2 の格子セルは白で表されている。

【 0 0 1 1 】

ステップ 1 0 6 にて格子セルに分割された図 4 の基本構造より有限要素メッシュを形成する。図 5 の各格子セルを有限要素メッシュと捉えることもできるが、同一の特性を有する格子セルをまとめた四角形あるいは三角形にて有限要素メッシュを生成してもよい。つまり、後の演算が実行しやすいようにメッシュを生成すればよい。このようにして生成された有限要素メッシュの節点を図 5 にて丸印にて示す。次に、ステップ 1 0 8 にてステップ 1 0 6 で生成した有限要素メッシュの右辺の全ての節点に X 軸方向にセル幅の 1 % の強制変位を与えて 2 次元平面応力解析をおこなう。ただし、拘束条件として、有限要素メ

A part of basic structure of FIG. 4 partitioned into the square-lattice cell is shown in FIG. 5.

It uses the lattice cell of the unit area which comprises FIG. 4 as the cell which comprised material of either 1st material 1 or 2nd material 2.

When it partitions into a lattice cell, supposing it becomes the cell which comprises both of material, it will make it the lattice cell which comprises material with much area which occupies the lattice cell.

In FIG. 5, the lattice cell of 1st material 1 is black, and the lattice cell of 2nd material 2 is expressed with white.

[0011]

It forms a finite-element mesh from the basic structure of FIG. 4 partitioned into the lattice cell at step 106.

It can also catch each lattice cell of FIG. 5 with a finite-element mesh.

However, it is sufficient to form a finite-element mesh with the tetragon or triangle which summarized the lattice cell which has the same characteristics.

That is, what is sufficient is just to form a mesh so that it may be easy to perform a next calculation.

Thus, a balloon shows the node of the formed finite-element mesh in FIG. 5.

Next, it gives 1% of forced displacement of a cell size to all the nodes of the right side of the finite-element mesh formed at step 106 by step 108 in the direction of the X-axis, and conducts a 2-dimensional plane-stress analysis.

However, the shape of the basic structure which

シュで構成されている基本構造の形状は長方形を保持し続けるものとする。

comprises finite-element meshes shall continue maintaining a rectangle as a constraint condition.

【0012】

ステップ110にてステップ108での2次元平面応力解析により得られたY軸方向の変位より、この複合材料のポアソン比を求める。このときのポアソン比はY軸方向の変位をX軸の変位で割ることにより求めることができる。

[0012]

It calculates for the Poisson's ratio of this composite material from a displacement of the direction of a Y-axis obtained in 2-dimensional plane-stress analysis in step 108 at step 110. It can calculate for the Poisson's ratio at this time by breaking a displacement of the direction of a Y-axis by displacement of the X-axis.

【0013】

ステップ112にて有限要素メッシュの上部の辺の全ての節点にY軸方向にセル幅の1%の強制変位を与えて2次元平面応力解析をおこなう。ただし、拘束条件として、有限要素メッシュで構成されている図5の基本構造の形状は長方形を保持し続けるものとする。次に、ステップ114にてステップ112での2次元平面応力解析により得られたX軸方向の変位より、この複合材料のポアソン比を求める。このときのポアソン比はX軸方向の変位をY軸の変位で割ることにより求めることができる。

[0013]

It gives 1% of forced displacement of a cell size to all the nodes of the arm of the upper part of a finite-element mesh in the direction of a Y-axis at step 112, and conducts a 2-dimensional plane-stress analysis.

However, the shape of the basic structure of FIG. 5 which comprises finite-element meshes shall continue maintaining a rectangle as a constraint condition.

Next, it calculates for the Poisson's ratio of this composite material from a displacement of the direction of the X-axis obtained in 2-dimensional plane-stress analysis in step 112 at step 114.

It can calculate for the Poisson's ratio at this time by breaking a displacement of the direction of the X-axis by displacement of a Y-axis.

【0014】

ステップ116にてステップ110及びステップ114で求め

[0014]

It compares the error of the Poisson's ratio for which it calculated at step 110 and step 114 by



たポアソン比と所望のポアソン比との誤差を比較する。誤差が所定の値より小さければ、そのときの材料の弾性率及び線状要素の幅が求める複合材料となり一連のステップを終了する。そして、誤差が所定の値より大きければステップ118を実行する。次に、ステップ118にて現在演算を行っている材料の弾性率において考える全ての線状要素の幅の比に対してステップ104からステップ114の演算を行ったかどうかを判断する。全ての線状要素の幅の比に対して演算が行われていればステップ122を、まだ、演算を行っていない線状要素の幅の比があれば、ステップ120にて線状要素の幅の値を変えてステップ104を実行する。

【0015】

ステップ122にて考える全ての材料の弾性率の比に対してステップ104からステップ114の演算を行ったかどうかを判断する。全ての材料の弾性率の比に対して演算が行われていれば、この構造の複合材料では所望のポアソン比を得ることができないとして一連のステップを終了する。そしてまだ演算を行っていない材料の弾性率の比があれば、ステップ124にて材料の弾性率の値、即ち構成材

step 116, and a desired Poisson's ratio.

If an error is smaller than a prescribed value, it will become the composite material for which the coefficient of elasticity of the material at that time and the width of a linear component calculate, and will complete a series of steps.

And if an error is larger than a prescribed value, it will perform step 118.

Next, it judges whether it performed the calculation of step 104 to step 114 to the ratio of the width of all the linear components that can be considered in the coefficient of elasticity of the material which is performing the present calculation at step 118.

If there is a ratio of the width of a linear component which omits the calculation yet if the calculation is performed to the ratio of the width of all linear components about step 122, it will change the value of the width of a linear component at step 120, and will perform step 104.

[0015]

It judges whether it performed the calculation of step 104 to step 114 to the ratio of the coefficient of elasticity of all the material that can be considered at step 122.

If the calculation is performed to the ratio of the coefficient of elasticity of all material, by the composite material of this structure, it will complete a series of steps noting that a desired Poisson's ratio cannot be obtained.

And if there is a ratio of the coefficient of elasticity of material which omits the calculation yet, it will change the value of the coefficient of elasticity of material, i.e., a

料を変えてステップ104を実行する。以上のフローチャートにより、所望のポアソン比を有する図1の構造の複合材料を得ることができる。ただし、図1の構造にて実現不可能なポアソン比の複合材料は得ることができないので、その場合は構造を変えて上記のフローチャートを実施する。

【0016】

上記フローチャートに従って設計された複合材料は、材料2のシートの上に、材料1を構造パターン通りに成形したものを張り合わせるにより製造することができる。

【0017】

上記フローチャートに従って設計された複合材料のポアソン比として負のポアソン比を得ることができるのは、構造パターンのリンク動作によるものである。また、構造パターン中の第1の材料1にて形成される線状要素101の幅 W_A と線状要素102の幅 W_B とを変化させるとこのリンク動作の剛性が変化するために複合材料のポアソン比を連続的に制御することができる。さらに、同じ構造パターンであっても、第1の材料1と第2の材料2の弾性率の比を変化させた場合にも、リンク動作

constituent_material, at step 124, and will perform step 104.

With the above flowchart, it can obtain the composite material of the structure of FIG. 1 which has a desired Poisson's ratio.

However, since the composite material of a Poisson's ratio unrealizable with the structure of FIG. 1 cannot be obtained, it changes the structure in that case and implements the above-mentioned flowchart.

[0016]

It can manufacture the composite material designed according to the above-mentioned flowchart by letting what formed material 1 as the structure pattern press against each other on the sheet of material 2.

[0017]

It is based on the link motion of a structure pattern that it can obtain a negative Poisson's ratio as a Poisson's ratio of the composite material designed according to the above-mentioned flowchart.

Moreover, if width W_A of the linear component 101 and width W_B of the linear component 102 which are formed with 1st material 1 in a structure pattern are changed, in order that the rigidity of this link motion may vary, the Poisson's ratio of a composite material is continuously controllable.

Furthermore, even if it is the same structure pattern, also when changing the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material 1 and 2nd material 2, in order that the rigidity of link motion

の剛性が変化するために複合材料のポアソン比を細かく制御することができる。

may vary, it can control the Poisson's ratio of a composite material finely.

【0018】

次に、図1の複合材料の材料の弾性率の比及び線状要素の幅の比に対するポアソン比の関係を図6に表す。図6は第1の材料1と第2の材料2の弾性率の比を横軸に、ポアソン比を縦軸にしたグラフである。そして、第2の線状要素102の幅 W_B を12に固定して、第1の線状要素101の幅 W_A を4、6、8と変化させたときの第1の材料1と第2の材料2の弾性率の比とポアソン比の関係を示したグラフである。このグラフにおいて、第1の材料1の弾性率は E_1 、第2の材料2の弾性率は E_2 である。図6にて示すように、第1の材料1の弾性率 E_1 を第2の材料2の弾性率 E_2 の100倍以上にすると負のポアソン比を得ることができる。図1の構造の場合は第1の材料1の弾性率 E_1 を第2の材料2の弾性率 E_2 よりも大きくするほどポアソン比の値を小さくでき、また、線状要素101の幅 W_A を大きくするほど負のポアソン比となる弾性率の比を小さくできることがわかる。

[0018]

Next, it expresses the concern of the Poisson's ratio with respect to the ratio of the coefficient of elasticity of the material of the composite material of FIG. 1, and the ratio of the width of a linear component to FIG. 6.

FIG. 6 is the diagrammatic chart with which it set the axis of abscissa as the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material 1 and 2nd material 2, and it set the axis of ordinate as the Poisson's ratio.

And it fixes width W_B of 2nd linear component 102 to 12, it is the diagrammatic chart in which the relation between the ratio of the coefficient of elasticity of 1st material 1 when changing width W_A of 1st linear component 101 with 4, 6, and 8 and 2nd material 2 and a Poisson's ratio was shown.

In this diagrammatic chart, the coefficient of elasticity of E_1 and 2nd material 2 of the coefficient of elasticity of 1st material 1 is E_2 .

If coefficient-of-elasticity E_1 of 1st material 1 is made into 100 or more times of coefficient-of-elasticity E_2 of 2nd material 2 as FIG. 6 shows, it can obtain a negative Poisson's ratio.

In the case of the structure of FIG. 1, it can make the value of a Poisson's ratio small, so that coefficient-of-elasticity E_1 of 1st material 1 is made larger than coefficient-of-elasticity E_2 of 2nd material 2, moreover, it turns out that it can make small the ratio of the coefficient of

elasticity used as a negative Poisson's ratio, so that width W_A of the linear component 101 is enlarged.

【0019】

上記実施例において、複合材料の構造を図1としてきたが、図7、図8の構造でも所望のポアソン比が得られ、そして負の値のポアソン比も得ることができる。又、図1、図7、図8の構造を積層することによりある方向では所望のポアソン比となる構造を得ることができる。又、図9の構造と図9と対称関係にある構造を組み合わせた3次元構造の複合材料でも所望のポアソン比を得ることができ、さらに負のポアソン比を得ることができる。ただし、図9の構造では第1の材料にて構成されるのは線状要素ではなく所定の半径を有する管状要素である。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

所望のポアソン比を得ることができる複合材料の構成図

【図2】**[0019]**

In the above-mentioned Example, it came considering the structure of a composite material as FIG. 1.

However, a desired Poisson's ratio is obtained also with the structure of FIG. 7, FIG. 8, and it can also obtain the Poisson's ratio of a negative value.

Moreover, in a certain direction, it can acquire the structure used as a desired Poisson's ratio by laminating the structure of FIG. 1, FIG. 7 and FIG. 8.

Moreover, it can obtain a Poisson's ratio also with a desired composite material of the 3-dimensional structure which combined the structure which has the structure, FIG. 9, and the symmetrical concern of FIG. 9.

Furthermore, it can obtain a negative Poisson's ratio.

However, the tubular-shape component which has not a linear component but a prescribed radius is comprised from the structure of FIG. 9 by 1st material.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]**[FIG. 1]**

The block diagram of a composite material which can obtain a desired Poisson's ratio

[FIG. 2]

所望のポアソン比を有する複合材料を設計する装置の構成図

The block diagram of an apparatus which designs the composite material which has a desired Poisson's ratio

【図 3】

所望のポアソン比を有する複合材料を設計する方法のフローチャート

[FIG. 3]

The flowchart of the method of designing the composite material which has a desired Poisson's ratio

【図 4】

図 1 の複合材料の基本構造の構成図

[FIG. 4]

The block diagram of the basic structure of the composite material of FIG. 1

【図 5】

図 4 の複合材料の基本構造を正孔格子セルに分割した構成図

[FIG. 5]

The block diagram which partitioned the basic structure of the composite material of FIG. 4 into the positive-hole lattice cell

【図 6】

図 1 の構成を有する複合材料の線状要素の幅及び弾性率の比とポアソン比の関係を示したグラフ

[FIG. 6]

The diagrammatic chart in which the relation between the ratio of the width of the linear component of the composite material which has the composition of FIG. 1, and coefficient of elasticity, and a Poisson's ratio was shown

【図 7】

所望のポアソン比を得ることができる他の構造パターンの構成図

[FIG. 7]

The block diagram of another structure pattern which can obtain a desired Poisson's ratio

【図 8】

所望のポアソン比を得ることができる他の構造パターンの構成図

[FIG. 8]

The block diagram of another structure pattern which can obtain a desired Poisson's ratio

【図 9】

[FIG. 9]

所望のポアソン比を得ることが
できる他の構造パターンの構成
図

The block diagram of another structure pattern
which can obtain a desired Poisson's ratio

【符号の説明】

W_A … 第1の線状要素の幅
 W_B … 第2の線状要素の幅
 E_1 … 第1の材料の弾性率

E_2 … 第2の材料の弾性率
1 … 第1の材料
101 … 第1の線状要素
102 … 第2の線状要素

2 … 第2の材料
10 … CPU
11 … プリンタ
12 … RAM

13 … ROM
14 … CRT
15 … キーボード

[DESCRIPTION OF SYMBOLS]

W_A ... Width of 1st linear component
 W_B ... Width of 2nd linear component
 E_1 ... Coefficient of elasticity of 1st material

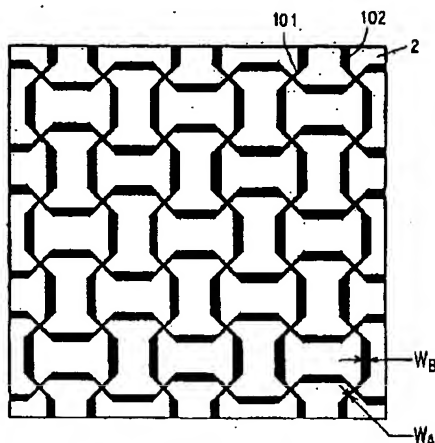
E_2 ... Coefficient of elasticity of 2nd material
1... 1st material
101... 1st linear component
102... 2nd linear component

2... 2nd material
10...CPU
11... a printer
12...RAM

13...ROM
14...CRT
15... a keyboard

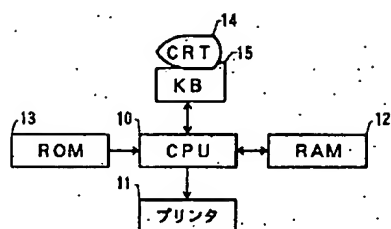
【図1】

[FIG. 1]



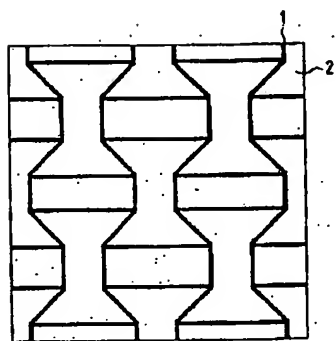
【図 2】

[FIG 2]



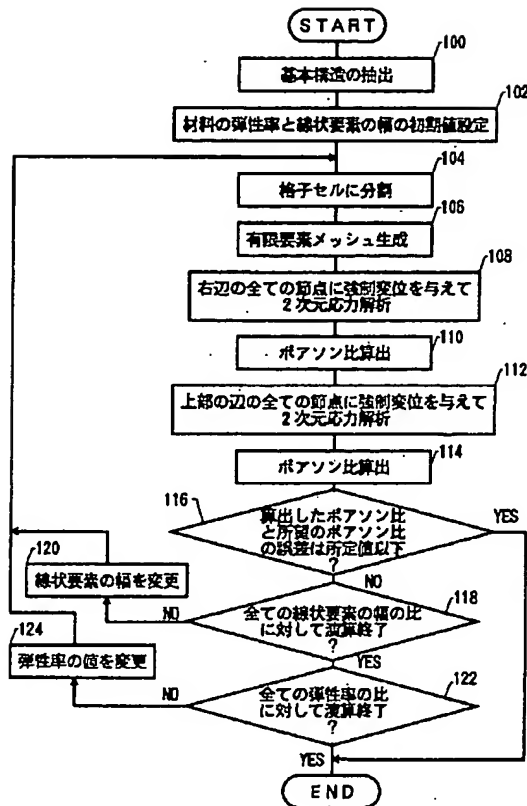
【図 7】

[FIG 7]



【図 3】

[FIG 3]



START

100 Extraction of basic structure

102 Initialization of coefficient of elasticity of material, and width of linear component

104 Partition into lattice cell.

106 Finite-element mesh production

108 Give forced displacement to all nodes of right side, and carry out 2-dimensional stress analysis.

110 Poisson's-ratio calculation

112 Give forced displacement to all nodes of upside arm, and carry out 2-dimensional stress analysis.

114 Poisson's-ratio calculation

116 Error of computed Poisson's ratio and desired Poisson's ratio is below prescribed value.

118 It is calculation completion to ratio of width of all linear components?

120 Alter width of linear component.

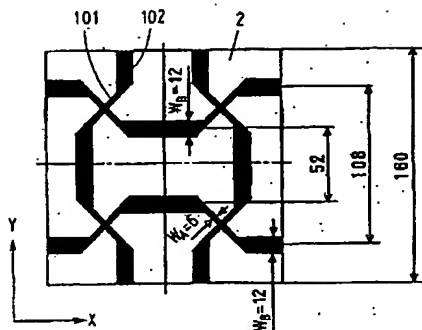
122 It is calculation completion to ratio of all coefficient of elasticity?

124 Alter value of coefficient of elasticity.

END

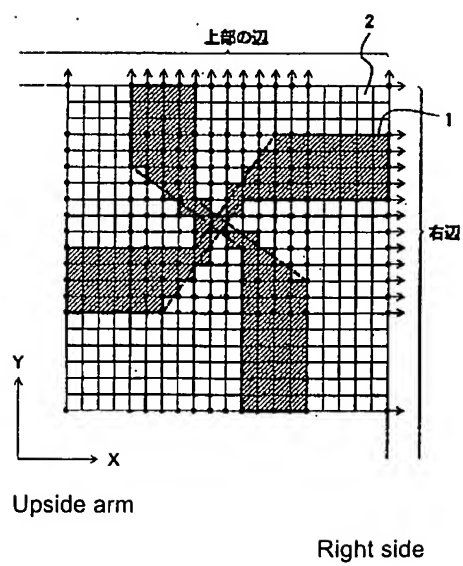
【図 4】

[FIG. 4]



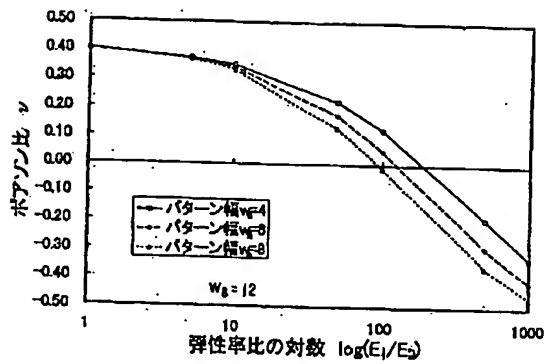
【図 5】

[FIG. 5]



【図 6】

[FIG. 6]



Poisson's ratio

Pattern width

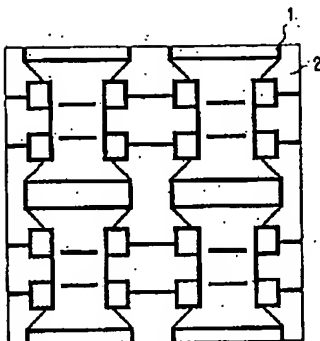
Pattern width

Pattern width

The logarithm of a coefficient-of-elasticity ratio

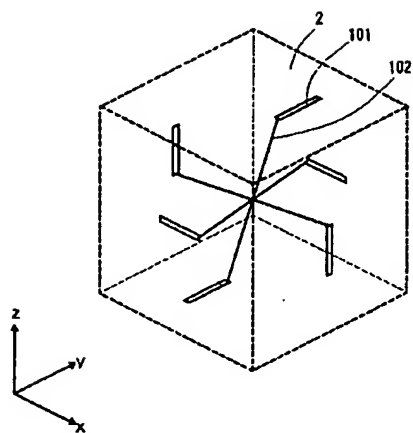
【図 8】

[FIG. 8]



【図 9】

[FIG 9]





THOMSON SCIENTIFIC TERMS AND CONDITIONS

Thomson Scientific Ltd shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Thomson Scientific translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.

Thomson Scientific Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our website:

["www.THOMSONDERWENT.COM"](http://www.THOMSONDERWENT.COM) (English)

["www.thomsonscientific.jp"](http://www.thomsonscientific.jp) (Japanese)